

РОЗРАХУНОК ОЧИЩЕННЯ ГАЗУ ВІД ОКСИДУ КАРБОНУ (IV) РОЗЧИНОМ МЕТИЛДІЕТАНОЛАМІНУ**Концевой А. Л., Лук'янчук Т. О., Концевой С. А.****РАСЧЕТ ОЧИСТКИ ГАЗА ОТ ОКСИДА УГЛЕРОДА (IV) РАСТВОРОМ МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИНА****Концевой А. Л., Лукьянчук Т. А., Концевой С. А.****CALCULATING GAS PURIFICATION FROM CARBON OXIDES (IV) BY SOLUTION METHYLDIETHANOLAMINE****Kontsevoi A., Lukianchuk T., Kontsevoi S.****Національний технічний університет України****«Київський політехнічний інститут****імені Ігоря Сікорського»****Київ, Україна****tetiana-lukianchuk@rambler.ru**

*Порівняно хімізм очищення технологічного газу розчинами моноетаноламіну (МЕА) і метил-діетаноламіну (МДЕА). Виконано порівняльні розрахунки матеріального і теплового балансів та основного обладнання. Апроксимовані залежності рівноважного парціального тиску $P^*_{CO_2}$ над розчином МДЕА в залежності від ступеня карбонізації розчину α і температури T . Зроблено висновок про цілковиту можливість заміни на вітчизняних підприємствах розчину МЕА на активований розчин МДЕА без заміни обладнання і зміни технологічної схеми.*

Ключові слова: технологічний газ, оксид карбону (IV), метилдіетаноламін, піперазин, насадковий абсорбер, тарілчастий десорбер

*Проведено сравнение химизма очистки технологического газа растворами моноэтанолamina (МЕА) и метилдиэтанолamina (МДЕА). Выполнены сравнительные расчеты материального и теплового балансов и основного оборудования. Аппроксимированы зависимости равновесного парциального давления $P^*_{CO_2}$ над раствором МДЕА в зависимости от степени карбонизации раствора α и температуры T . Сделан вывод о полной возможности замены на отечественных предприятиях раствора МЕА на активированный раствор МДЕА без замены оборудования и изменения технологической схемы.*

Ключевые слова: технологический газ, оксид углерода (IV), метилдиэтаноламин, пиперазин, насадочный абсорбер, тарельчатый десорбер

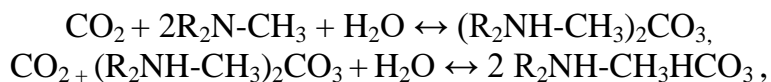
*The chemical purification of technological gas with solutions of monoethanolamine (MEA) and methyldiethanolamine (MDEA) is relatively comparable. Comparative calculations of material and thermal balances and basic equipment are executed. The equilibrium partial pressure $P^*_{CO_2}$ over the MDEA solution, depending on the degree of carbonization of the solution α and the temperature T , is approximated. Replacing the MEA solution with an activated MDEA solution without replacing the equipment and changing the process flow scheme in Ukrainian enterprises is proposed*

Keywords: synthesis-gas, oxide carbon (IV), methyldiethanolamine, piperazine, surface absorber, tarred stripper

Для отримання аміаку необхідно реалізувати кілька послідовних стадій виробництва технологічного газу. Одна з цих стадій полягає в очищенні технологічного газу від оксиду карбону (IV) абсорбційними методами, насамперед, розчином моноетаноламіну (МЕА) або гарячим розчином поташу. В останні роки за кордоном набуває популярності спосіб очищення зі застосуванням активованого розчину метилдіетаноламіну (аМДЕА) – це основний абсорбент метилдіетаноламін $(\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_2-\text{N}-\text{CH}_3$ - третинний амін (концентрація 35%) та активатор піперазин $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{N}_2$ (діетилендіамін) - вторинний алканоамін (концентрація 5%) [1].

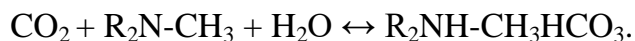
Аналіз закордонного досвіду дав підстави задуматись щодо заміни розчину абсорбенту МЕА розчином аМДЕА на українських заводах, що обумовлює необхідність виявити всі переваги і недоліки та обґрунтувати можливість такого переходу.

Аналіз хімізму процесу абсорбції показує [1], що при взаємодії CO_2 з МДЕА кінцевими продуктами є карбонат і гідрокарбонат метилдіетаноламіну:



де R – $(\text{HOCH}_2\text{CH}_2)$.

Сумарне рівняння:



Піперазин взаємодіє з CO_2 за аналогічними реакціями з утворенням карбонату і гідрокарбонату. Таким чином CO_2 поглинається всіма компонентами розчину абсорбенту, що дозволяє досягнути кінцевої концентрації 0,01% в очищеному технологічному газі. Всі продукти вище наведених реакцій легко дисоціюють з утворенням вихідних реагентів при підвищенні температури та зниженні тиску, що робить можливою регенерацію абсорбційного розчину. В умовах регенерації рівноважний парціальний тиск CO_2 над розчином аМДЕА вище, ніж над розчином МЕА. Отже регенерація аМДЕА перебігає легше при менших витратах теплоти.

З іншого боку, при взаємодії CO_2 з МЕА утворюються не тільки карбонат і гідрокарбонат МЕА, але і карбамат моноетаноламонію:



де R – $(\text{HOCH}_2\text{CH}_2)$.

Карбамат моноетаноламонію спричиняє корозію обладнання, призводить до появи продуктів осмолення та утворення піни у розчині.

Нами в середовищі MS Excel за алгоритмами [2] розраховано матеріальні, теплові баланси абсорбції та десорбції і основного технологічного обладнання (насадковий абсорбер та тарілчастий регенератор) стосовно розчину МЕА. Для порівняння за цими ж алгоритмами виконано ті ж самі розрахунки стосовно розчину аМДЕА. Попередньо нами апроксимовані літературні дані залежності рівноважного парціального тиску $P^*_{\text{CO}_2}$ над розчином МДЕА в залежності від ступеня карбонізації розчину α і температури T:

для абсорбції $\ln P^*_{\text{CO}_2} = 25,67 + 3,0495 \cdot \ln \alpha - 6395,69/T$;

для регенерації $\ln P^*_{\text{CO}_2} = 26,21 + 2,8074 \cdot \ln \alpha - 6722/T$.

В подальших розрахунках враховано, що рівноважний тиск CO_2 над активованим розчином аМДЕА нижче, ніж над чистим розчином МДЕА. Отримано залежність поправочного коефіцієнту $K_{\text{попр}}$, що враховує зниження парціального тиску над активованим розчином від ступеня карбонізації α :

для умов абсорбції при температурі 50°C

$$K_{\text{попр}} = -94,167\alpha^3 + 131,09\alpha^2 - 64,32\alpha + 12,998;$$

для умов десорбції при температурі 100°C

$$K_{\text{попр}} = -52,417\alpha^3 + 68,411\alpha^2 - 33,055\alpha + 7,8356.$$

В результаті математичного моделювання насадкового абсорберу і тарілчастого регенератору (десорберу) отримано основні показники при застосуванні розчину аМДЕА замість розчину МЕА, що показали наступне (для однакових вихідних даних):

- меншу витрату розчину абсорбенту;
- в 5 разів меншу кількість сітчастих тарілок в регенераторі;
- в 1,7 рази меншу витрату водяної пари на регенерацію.

Аналіз отриманих результатів для обох поглиначів показав цілковиту можливість заміни розчину МЕА на розчин аМДЕА з відносно незначними витратами на промивку обладнання без зміни обладнання і технологічної схеми, при цьому абсорбцію можна проводити при дещо підвищених температурах.

Література

1. Вакк Э. Г. Получение технологического газа для производства аммиака, метанола, водорода и высших углеводов. Теоретические основы, технология, катализаторы, оборудование, системы управления: Учебное пособие / Э. Г. Вакк, Г. В. Шуклин, И. Л. Лейтес. – Москва, 2011. – 480 с.
2. Концевой А. Л. Навчальний посібник з дисципліни «Комп'ютерні технології у науковій та інженерній діяльності в технології неорганічних речовин» для студентів спеціальності 8.05130101 «Хімічні технології неорганічних речовин» хіміко-технологічного факультету. / Укладачі: А. Л. Концевой, С. А. Концевой – НТУУ «КПІ», 2015. – 378 с.